

Решения задач заочной олимпиады «ПЕРВАЯ ОРБИТАЛЬ - 2022»

Задание 1.

$$V_{\text{раствора}} = 3 \cdot 10 \cdot 2 = 60 \text{ л}$$

$$m_{\text{раствора}} = \rho V = 1 \cdot 60 = 60 \text{ кг}$$

$$m_{\text{гипохлорита натрия}} = m_{\text{раствора}} \cdot \omega / 100\% = 60 \cdot 5 / 100 = 3 \text{ кг (3 б.)}$$

$$m_{\text{воды}} = m_{\text{раствора}} - m_{\text{гипохлорита натрия}} = 60 - 3 = 57 \text{ кг (3 б.)}$$

Критерии оценивания:

1	Расчёт массы гипохлорита натрия (3 б.) и воды (3 б.)	6 б.
Всего:		6 б.

Задание 2.

Пусть химическая формула соли: AlS_xO_6 .

Тогда: $\omega(\text{S}) = x \cdot M(\text{S}) / M(\text{AlS}_x\text{O}_6)$, $\omega(\text{O}) = 6 \cdot M(\text{O}) / M(\text{AlS}_x\text{O}_6)$, причём $\omega(\text{O}) / \omega(\text{S}) = 2$.

Составляем уравнение:

$$\omega(\text{O}) / \omega(\text{S}) = 6 \cdot M(\text{O}) / M(\text{AlS}_x\text{O}_6) / (x \cdot M(\text{S}) / M(\text{AlS}_x\text{O}_6)) = 6 \cdot 16 / (x \cdot 32) = 3/x$$

$$x = 1,5$$

Значит, формула соли – $\text{AlS}_{1,5}\text{O}_6$ (4 б.).

Во избежание нецелочисленных индексов умножим их на 2. Получаем $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$, что соответствует сульфату алюминия: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (4 б.).

Критерии оценивания:

1	Определение брутто-формулы $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$	5 б.
2	Составление формулы соли $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	4 б.
Всего:		9 б.

Задание 3.

Критерии оценивания:

1	Для получения водорода необходимо использовать цинк, т.к. медь находится в ряду активности после водорода и не вытесняет его из кислот: (1 б.) $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ (1 б.)	2 б.
2	Полученный водород необходимо пропустить через раствор щелочи для очистки водорода от примеси хлороводорода (1 б.): $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (1 б.)	2 б.
3	Шары, наполненные водородом, поднимаются вверх т.к. водород легче воздуха в $29/2=14,5$ раз.	1 б.
4	Шары, наполненные водородом, быстро уменьшаются в объеме, т.к. молекулы водорода имеют маленький радиус (размер), и, благодаря диффузии, легко проникают через поры резиновой оболочки шара.	1 б.
5	Водород – горючий газ, с кислородом он образует взрывоопасные смеси,	2 б.

	поэтому небезопасно использовать его для наполнения воздушных шаров (1 б.): $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ (1 б.)	
6	Для наполнения шаров могут быть использованы газы, молекулярная масса которых меньше молекулярной массы воздуха (1 б.), например гелий или неон (1б). В ответе должны быть приведены расчеты молекулярных масс газов.	2 б.
Всего:		10 б.

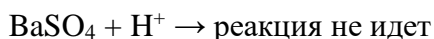
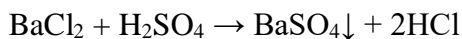
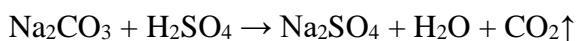
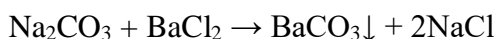
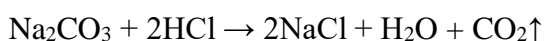
Задание 4.

Для решения этой задачи удобно построить следующую таблицу:

	HCl	Na ₂ CO ₃	BaCl ₂	H ₂ SO ₄
HCl		↑ бесцветный газ, без запаха	-	-
Na ₂ CO ₃	↑ бесцветный газ, без запаха		↓ белый осадок, растворимый в кислотах	↑ бесцветный газ, без запаха
BaCl ₂	-	↓ белый осадок, растворимый в кислотах		↓ белый осадок, не растворимый в кислотах
H ₂ SO ₄	-	↑ бесцветный газ, без запаха	↓ белый осадок, не растворимый в кислотах	

Используя пронумерованные пробирки, необходимо смешать растворы в них между собой и так же построить таблицу, с помощью которой можно распознать растворы веществ.

Уравнения реакций:



Критерии оценивания:

1	Верная таблица или любое другое правильное решение.	8 б.
2	Уравнения реакций по 1 б.	5 б.
Всего:		13 б.

Задание 5.

Вариант решения:

Представим галогенводород в виде HX , где X – атом галогена.

Пусть количество смеси газов 1 моль. Тогда:

$$m_{\text{смеси}} = \nu \cdot M = 1 \cdot 23,5 = 23,5 \text{ г}$$

Массу смеси можно представить как

$$m_{\text{смеси}} = m_{\text{азота}} + m_{\text{HX}} = \nu_{\text{азота}} \cdot M_{\text{азота}} + \nu_{\text{HX}} \cdot M_{\text{HX}}$$

Количества газов одинаковые, значит $\nu_{\text{азота}} = \nu_{\text{HX}} = 0,5$ моль.

Теперь можно составить уравнение:

$$m_{\text{смеси}} = \nu_{\text{азота}} \cdot M_{\text{азота}} + \nu_{\text{HX}} \cdot M_{\text{HX}} = 0,5 \cdot 28 + 0,5 \cdot M_{\text{HX}}$$

Получаем $M_{\text{HX}} = 19$ г/моль (4 б.).

Ближайший галогенводород с такой молярной массой – HF , $M_{\text{HF}} = 20$ г/моль.

Нужно разобраться, что не так с молярной массой. Дело в изотопе фтора. Необходимо взять изотоп фтора с атомной массой 18 а.е.м вместо привычного ^{19}F (2 б.).

Следовательно, состав галогенводорода – $^1\text{H}^{18}\text{F}$ (3 б.).

Критерии оценивания:

1	Определение молярной массы галогенводорода.	4 б.
2	Определение верного изотопа фтора.	2 б.
3	Определение состава галогенводорода.	4 б.
Всего:		10 б.

Должны быть представлены расчеты.

Принимаются все правильные решения, в том числе отличные от представленного варианта.

Задание 6.

Вариант решения:

Формулы оксида железа (III) и оксида алюминия – Fe_2O_3 и Al_2O_3 .

Массу смеси можно представить как

$$m_{\text{смеси}} = m_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot M_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 160 \cdot \nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 102 \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3} \quad (2 \text{ б.})$$

Массовая доля железа в смеси:

$$\omega(\text{Fe}) = m_{\text{Fe}}/m_{\text{смеси}} = 2 \cdot M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot \nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3} / (160 \cdot \nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 102 \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3}) = 0,5308 \quad (2 \text{ б.})$$

Отсюда находим отношение количеств оксида железа (III) и оксида алюминия:

$$\nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3} / \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 2, \nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 2 \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3} \quad (2 \text{ б.})$$

Массовая доля алюминия в смеси:

$$\omega(\text{Al}) = m_{\text{Al}}/m_{\text{смеси}} = 2 \cdot M_{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3} / (160 \cdot \nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 102 \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3}) \quad (2 \text{ б.})$$

Подставляем $\nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ в $\omega(\text{Al})$:

$$\omega(\text{Al}) = 2 \cdot 27 \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3} / (160 \cdot \nu_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 102 \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3}) = 54 \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3} / (320 \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3} + 102 \cdot \nu_{\text{Al}_2\text{O}_3}) = 0,1280 \text{ или } 12,80\%. \quad (4 \text{ б.})$$

Ответ: $\omega(\text{Al}) = 12,80\%$.

Критерии оценивания:

1	Запись выражения для массы смеси.	2 б.
2	Запись выражения для массовой доли железа в смеси.	2 б.
3	Нахождение отношения количеств оксида железа (III) и оксида алюминия.	2 б.
4	Запись выражения для массовой доли алюминия в смеси.	2 б.
5	Определение массовой доли алюминия.	4 б.
Всего:		12 б.

Должны быть представлены расчеты.

Принимаются все правильные решения, в том числе отличные от представленного варианта.

Задание 7.

Формула вещества	Название	Класс
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Ортоосфат кальция	Нормальная соль
NaH_2PO_4	Дигидрофосфат кальция	Кислая соль
Mn_2O_7	Оксид марганца (VII)	Кислотный оксид
H_3PO_4	Ортофосфорная кислота	Кислота
N_2O_5	Оксид азота (V)	Кислотный оксид
NaHSO_4	Гидросульфат натрия	Кислая соль
P_2O_5	Оксид фосфора (V)	Кислотный оксид
Al_2O_3	Оксид алюминия	Амфотерный оксид
MgOHCl	Гидроксохлорид магния	Основная соль
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Гидроксид железа (III)	Нерастворимое основание
MgCl_2	Хлорид магния	Нормальная соль
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Гидроксид кальция	Растворимое основание
KNO_3	Нитрат калия	Нормальная соль
HNO_2	Азотистая кислота	Кислота
$\text{Sr}(\text{OH})_2$	Гидроксид стронция	Растворимое основание
$\text{Cr}(\text{OH})_3$	Гидроксид хрома (III)	Нерастворимое основание
HBr	Бромоводородная кислота	Кислота
MnO_2	Оксид марганца (IV)	Амфотерный оксид
$\text{Cr}(\text{OH})_2\text{Cl}$	Хлорид дигидроксохрома (III)	Основная соль
RbOH	Гидроксид рубидия	Растворимое основание

Критерии оценивания:

1	Верные названия веществ по 0,5 б.	10 б.
2	Верное определение класса по 0,5 б.	10 б.
Всего:		20 б.

Задание 8.

Критерии оценивания:

1	Диаметр шарика уменьшился вдвое, значит объем уменьшится в $2^3 = 8$	2 б.
---	--	------

	раз.	
2	Масса прореагировавшего цинка $m(\text{Zn}) = 20 - 20:8 = 17,5$ г.	2 б.
3	$\text{Zn} + 2 \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$	2 б.
4	$\nu(\text{Zn}) = 17,5:65 = 0,27$ моль	2 б.
5	$\nu(\text{HCl}) = 2 \cdot \nu(\text{Zn}) = 0,54$ моль, $m(\text{HCl}) = 0,54 \cdot 36,5 = 19,71$ г	2 б.
6	$\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Zn}) = 0,27$ моль, $m(\text{H}_2) = 0,27 \cdot 2 = 0,54$ г	2 б.
7	Примем исходную массу раствора HCl за x, тогда исходная масса HCl = 0,2x Масса оставшегося вещества HCl после реакции 0,2x - 19,71 Масса полученного раствора $m_{\text{р-ра2}} = m_{\text{р-раHCl}} + m(\text{Zn}) - m(\text{H}_2) = x - 0,54 + 17,5 = x + 16,96$	2 б. 2 б. 2 б.
8	$\frac{0,2x - 19,71}{x + 16,96} = 0,1$; x = 214,06 г.	2 б.
Всего:		20 б.

Максимальное количество баллов за все задания – 100 баллов